



BEST AVAILABLE COPY

2FW

PTO/SB/21 (09-04)
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Total Number of Pages in This Submission

Application Number	10/707,781
Filing Date	01-12-2004
First Named Inventor	OLSSON
Art Unit	2123
Examiner Name	UNKNOWN
Attorney Docket Number	07589.0150.PCUS00

ENCLOSURES (Check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ <input type="checkbox"/> Landscape Table on CD	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input checked="" type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): Postcard
<div>Remarks</div>		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm Name	NOYAK DRUCE & QUIGG, LLP		
Signature			
Printed name	Tracy W. Druce		
Date	02/07/2006	Reg. No.	35,493

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below:

Signature			
Typed or printed name	Daniel Hernandez	Date	02/07/2006

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.


(71) Sökande Volvo Articulated Haulers AB, Växjö SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0102479-3
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2001-07-10
Date of filing

Stockholm, 2004-02-17

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office



Hjordis Segerlund

Avgift
Fee 170:-

Int. Patent- och reg.verket

2001-07-10

1 Huvudfaxen Kassan

Förfarande för att uppskatta en livslängdsreducerande skada på ett för rotation avsett organ

5 UPPFINNINGENS OMRÅDE

Föreliggande uppfinning avser ett förfarande för att uppskatta en livslängdsreducerande skada på ett för rotation avsett organ som vid drift utsätts för upprepade belastning, varvid ett antal driftsparametrar mäts och
10 en temperaturökning under varje belastning beräknas utifrån nämnda driftsparametrar, varvid en totaltemperatur i ett parti av rotationsorganet beräknas för varje belastning genom summering av en grundtemperatur hos rotationsorganet innan respektive belastning och
15 nämnda temperaturökning, och varvid värden för totaltemperaturen utnyttjas som mått för nämnda skada.

Uppfinningen kommer nedan beskrivas i ett fall där rotationsorganet utgörs av en bromslamell i ett fordon
20 färdbroms. Detta skall betraktas som en föredragen, men på intet sätt begränsande applikation av uppfinningen. Rotationsorganet kan vidare utgöras av exempelvis en kopplingslamell i en koppling hos fordonet eller ett kugghjul i fordonets transmission.

25

Uppfinningen kan exempelvis appliceras hos ett transportmedel, såsom ett fordon, en farkost eller annat transportredskap, såsom ett rälsgående transportmedel. Med fordon avses diverse markgående fordon, såsom fordon
30 uppvisande hjul eller larvband. Uppfinningen är i synnerhet lämplig att appliceras hos en entreprenadmaskin, såsom en hjullastare, grävmaskin eller ett ram- eller midjestyrt fordon, även kallad dumper. Uppfinningens användningsområde är emellertid

Sv. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassen

2

inte begränsad till dessa applikationer, utan kan även appliceras i stationära anordningar.

TIDIGARE TEKNIK

- 5 I US 5,723,779 beskrivs ett system för att få fram en indikation på kvarvarande livslängd hos en friktionskoppling. Man antar att kopplingsskivans temperatur är en avgörande parameter för dess livslängd. Kopplingsskivans temperatur bestäms genom en summering
- 10 av en temperaturökning vid en aktivering av kopplingen och kopplingsskivans grundtemperatur innan en aktivering av kopplingen. Man adderar alltså dessa två värden och får ett mått på kopplingsskivans temperatur under aktiveringen. Man mäter ett flertal parametrar för
- 15 nämnda beräkning; varvtalsskillnad i kopplingen, trycket i oljan som tillförs kolven som genererar ingrepp av kopplingen, och belastningstid. Dessutom mäts temperaturen hos kopplingens kylmedel. Denna temperatur utnyttjas som ett mått på kopplingsskivans
- 20 grundtemperatur innan varje inbromsning.

- Det har emellertid visat sig att det vore önskvärt med ett sätt att prediktera förbrukad livslängd på, som ger ett i förhållande till systemet enligt US 5,723,779 mer
- 25 noggrant resultat.

- Det kan vidare nämnas att det finns tillgängliga metoder för noggrann beräkning av temperaturfördelning i ett belastat rotationsorgan, såsom FEM (Finite
- 30 Element Methods). Sådana metoder kräver emellertid stor datorkraft och tar relativt lång tid, vilket gör dem mindre lämpliga för vissa applikationer, såsom vid högfrekvent mätning, beräkning och loggning av data,

Int. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

3

Huvudfaxen Kissan

och speciellt då beräkningen skall utföras i en dator hos ett fordon.

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

- 5 Ett syfte med uppfinningen är att åstadkomma ett förfarande som ger en i förhållande till tidigare teknik mer noggrann uppskattning av förbrukad skada hos ett i drift belastat rotationsorgan på ett beträffande datorkapacitet effektivt sätt.
- 10 Detta syfte uppnås genom att det parti av rotationsorganet som totaltemperaturen beräknas för definierar en yta som påverkas då rotationsorganet belastas, att för temperaturökningsberäkningen utnyttjas
- 15 två uppsättningar av förutbestämda funktioner, vilka var och en innefattar åtminstone en funktion, och att den uppsättning som utnyttjas för temperaturökningsberäkningen väljs beroende av åtminstone rotationsorganets karaktär.
- 20 Yttemperaturen hos ett rotationsorgan i form av exempelvis en bromslamell utgör ett bra mått på skada/slitage på lamellen. Baserat på yttemperaturförändringar kan därför en återstående livslängd hos
- 25 lamellen beräknas.
- 30 Det har visat sig att rotationsorganets totaltemperatur på ett mycket noggrant sätt kan beskrivas med enbart de två uppsättningarna funktioner. Härigenom skapas förutsättningar för att på ett tids- och beträffande datorkapacitet effektivt sätt beräkna och logga värden för beräkning av åstadkommen skada/förbrukad livslängd.

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kossan

4

- Med rotationsorganets karaktär avses dess inre struktur och yttre dimensioner. Med andra ord avses exempelvis materialval, -egenskaper och tjocklek på rotationsorganet. Enligt det nedan beskrivna utförandet
- 5 väljs funktionen som skall utnyttjas för temperaturökningsberäkningen inte enbart beroende av rotationsorganets karaktär utan även av belastningens varaktighet i tid.
- 10 Enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen mäts den tid rotationsorganet är ansatt och den uppsättning funktioner som utnyttjas för varje specifik temperaturökningsberäkning även väljs beroende av denna tid. Närmare bestämt beräknas en konstant efter varje
- 15 belastning baserat på såväl rotationsorganets karaktär som belastningstiden. Då ett beräknat värde på konstanten ligger under ett förutbestämt gränsvärde utnyttjas en första uppsättning funktioner och då ett beräknat värde ligger över nämnda gränsvärde utnyttjas
- 20 en andra uppsättning funktioner. Det har visat sig att man med hög noggrannhet kan definiera rotationsorganets temperaturändringskaraktistik med nämnda uppsättningar funktioner på ett enkelt och beträffande datorkapacitet effektivt sätt. Med andra ord används gränsvärdet för
- 25 att definiera vilken funktion som skall utnyttjas och därefter utförs beräkningen med vald funktion.
- Enligt en annan föredragen utföringsform av uppfinningen väljs den specifika funktion som skall
- 30 utnyttjas för temperaturökningsberäkningen ur en specifikt vald uppsättning funktioner beroende av belastningstyp. Med belastningstyp avses form på belastningen, vilken exempelvis kan vara triangulär eller rektangulär. Utifrån de uppmätta drifts-

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

5

parametrarna definieras alltså först belastningstypen, varefter en till den specifika belastningstypen hörande funktion väljs. Härigenom kan man med hög noggrannhet beräkna temperaturökningen.

5

Enligt en annan föredragen utföringsform av uppfinningen innefattar var och en av nämnda uppsättningar enbart en funktion, vilken sålunda väljs oberoende av belastningstyp. Härigenom kan
10 temperaturökningen beräknas på ett beträffande datorkapacitet effektivt sätt.

Enligt en annan föredragen utföringsform av uppfinningen har var och en av nämnda funktioners grafer sådan form
15 att ett logaritmiskt första uttryck för temperaturökningen ändras linjärt som funktion av ett logaritmiskt andra uttryck för rotationsorganets karaktär och belastningens varaktighet i tid. Närmare bestämt beräknas nämnda andra uttryck som en
20 potensfunktion av belastningens varaktighet i tid dividerat med ett värde för rotationsorganets karaktär. Med denna beräkning av temperaturökningen skapas förutsättningar för ett mycket noggrant värde på åstadkommen skada/förbrukad livslängd.

25

Enligt en annan föredragen utföringsform av uppfinningen lagras det framtagna värdet på totaltemperaturen, eller ett omräknat skadevärde, för varje belastningstillfälle i en position i ett minne,
30 vilken position definierar ett specifikt temperatur- eller skadeintervall. Härigenom skapas förutsättningar för att utnyttja delskadeteorin. Man beräknar närmare bestämt skadan eller en förbrukad livslängd baserat på

Sv. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

6

antalet gånger varje specifika intervall uppnåtts och kunskap om rotationsorganets skadetålighet.

Enligt en annan föredragen utföringsform av uppfinningen
5 mäts tiden mellan två följande belastningscykler och en
ny grundtemperatur för den senare belastningen bestäms
med hjälp av den uppmätta tiden. Härigenom skapas
förutsättningar för att på ett noggrant sätt ta hänsyn
10 till vad som händer med rotationsorganet mellan två
belastningar. Den nya grundtemperaturen för den senare
belastningen beräknas närmare bestämt med ett uttryck
för ett kylförlopp av rotationsorganet efter det att den
föregående belastningen avslutats. Detta medför en
förhöjd precision i beräkningsförfarandet.

15

Enligt tidigare teknik har man däremot för beräkning av
yttemperaturen hos lamellen utgått från mätningar av
temperaturen hos kyloljan som tillförs lamellen. En
nackdel med att utnyttja kyloljetemperaturen för
20 beräkning av yttemperaturen är att denna är ett
relativt onoggrant mått på yttemperaturen speciellt vid
just avslutad belastning av lamellen samt vid
driftstart av bromsen innefattande lamellen.

25 KORT BESKRIVNING AV FIGURER

Uppfinningen skall beskrivas närmare i det följande, med
hänvisning till de utföranden som visas på de bifogade
ritningarna, varvid

FIG 1 visar ett blockschema över ett system för att
30 utföra det uppfinningsenliga förfarandet.

FIG 2 visar två grafer för två funktioner som utnyttjas
i beräkningen av temperaturökningen enligt ett
första utförande.

Svea t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassen

7

FIG 3 visar fyra grafer för två uppsättningar med två funktioner vardera som utnyttjas i beräkningen av temperaturökningen enligt ett andra utförande.

5 FIG 4 visar en graf över bromslamellens ytemperatur som en funktion av tiden vid två inbromsningar.

FIG 5 visar ett samband mellan maximal ytemperatur och antalet belastningscykler i ett diagram.

10 DETALJERAD BESKRIVNING AV FÖREDRAGNA UTFÖRANDEN

I figur 1 visas schematiskt i blockform ett system 1 för att utföra ett förfarande för att prediktera en skada på eller förbrukad livslängd för ett för rotation avsett organ 2 med för friktion utsatta ytor. Rotationsorganet

15 2 exemplifieras i beskrivningen nedan med en bromslamell i syfte att underlätta förståelsen av texten. Man antar att bromslamellens temperaturförändringar under inbromsningar har en avgörande betydelse för dess livslängd. Med hjälp av förfarandet nedan predikteras därför
20 förbrukad livslängd för bromslamellen baserat på dessa temperaturförändringar.

Med hjälp av en approximativ beskrivning av ytemperaturens beroende av mätdata beskrivs skadan på
25 bromslamellen. Varje inbromsning ger en temperaturcykel hos bromsskivan. Enligt vidare beskrivet nedan beskrivs bromsens livslängd med antalet ytemperaturcykler i form av en potensfunktion, se figur 5, analogt med den SN-kurva som erhålls vid utmattnings.

30

Med hjälp av delskadeteori beräknas därefter vilken skadetålighet som förbrukats av bromscyklerna i relation till från prov erhållen skadetålighet.

Int. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassen

8

Systemet 1 innefattar en styrenhet (CPU) 3 och en till denna operativt ansluten första sensor 4 för detektering av bromslamellens 2 rotationshastighet, en andra sensor 5 för detektering av ett till 5 bromslamellen pålagt tryck eller en kraft för att aktivera bromslamellen och en tredje sensor 6 för detektering av den tid bromslamellen är ansatt.

Mätningarna av driftsparametrarna utförs med förbestämda 10 tidsmellanrum. Tidsmellanrummen är tillräckligt små för att ett flertal av mätningarna kommer att göras under varje belastning. Mellanrummen mellan mätningarna kan vidare vara olika under belastning och under tiden mellan två belastningar. Mellanrummen mellan mätningarna 15 kan exempelvis vara mindre under belastning än då det roterande organet är i obelastat tillstånd.

Systemet 1 innefattar vidare till styrenheten 3 anslutna medel 7 för beräkning av en totaltemperatur på 20 bromslamellens 2 yta samt medel 8 för lagring av beräknade data. Nämda totaltemperatur benämns nedan för ytemperatur i syfte att underlätta förståelsen av texten.

25 Styrenheten 3 levererar en utsignal 9 med ett värde på den vid drift uppkomna skadan på eller den förbrukade livslängden för bromslamellen 2.

30 Enligt det uppfinningsenliga förfarandet beräknar man en maximal temperatur på bromslamellens 2 yta genom att summera en grundtemperatur innan en inbromsning med en temperaturökning under inbromsningen. Nedan redogörs först för en beräkning av en maximal temperaturökning på ytan och därefter för en beräkning av

Sv. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

9

grundtemperaturen för en följande inbromsning. Den totala temperaturen i partiet av det roterande organet, som definierar en friktionsyta, beräknas upprepade gånger.

5

Beräkning av temperaturökning

Enligt uppfinningen beräknas först ett värde för en så kallad Fourier-konstant, Fo . Denna Fourier-konstant är beroende av bromslamellens material, tjocklek etc, samt
10 den tid bromslamellen är aktiverad. Fourier-konstanten, Fo , beräknas närmare bestämt enligt följande:

$$Fo = 4 \cdot \alpha \cdot t / S^2, \text{ där}$$

$\alpha = \lambda / (\rho \cdot c) =$ temperaturledningskonstanten

$\lambda =$ värmeledningen

15

$\rho =$ densitet

$c =$ värmekapacitet

$t =$ tid lamellen är ansatt

$S =$ lamellens tjocklek

20 Enligt ett första utförande av uppfinningen väljs baserat på den beräknade Fourier-konstanten en av två olika funktioner K, L , se figur 2. Var och en av funktionerna beskrivs med en rät linje i diagrammet. De två linjära funktionerna har olika lutningskoefficient
25 och skär varandra. Med hjälp av den valda funktionen erhålls ett uttryck för temperaturökningen. Diagrammet har närmare bestämt Fourier-konstanten på x-axeln och nämnda uttryck för temperaturökningen på y-axeln. Både x- och y-axeln har logaritmiska skalor. I det specifika
30 utförandet utnyttjas den första funktionen K då $Fo < 0,5$ och den andra funktionen L då $Fo > 0,5$.

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

10

Ur uttrycket för temperaturökningen beräknas därefter temperaturökningen.

De två linjära funktionerna K och L i figur 2 är
5 framtagna på följande sätt;

Från referens [1] är ett uttryck sedan tidigare känt
för beräkning av en maximal temperaturökning ΔT på
ytan.

10

$$\Delta T = \Delta T_0 (1 + 0,15 \cdot Fo^{-1,9}) \quad (1)$$

$\Delta T_0 = 2 \cdot E / (\rho \cdot c \cdot S)$, där

E = värmepulsens energi

15

ρ = densitet

c = värmekapacitet

S = lamellens tjocklek

Detta gäller för en triangulär värmepuls på lamellen.

20

Från referens [2] härleds ett uttryck för
yttemperaturen vid rektangulär värmepuls. Detta kan
analogt med (1) omformas till

25

$$\Delta T = \Delta T_0 (1 + 1/(3 \cdot Fo)) \quad (2)$$

Funktionerna (1) och (2) gäller då $Fo > 0,5$.

30

Enligt det första föredragna utförandet av uppfinningen
har en anpassning gjorts av kurvorna för de två
funktionerna (1) och (2) samt värden från utförda FEM-
beräkningar. Kurvanpassningen visade att man med hög
noggrannhet kan beskriva den maximala temperaturökningen

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

11

ΔT på ytan med en potensfunktion, nämligen funktionen L. Denna funktion kan generellt uttryckas enligt följande;

5
$$A=B*(t/t_0)^q \quad (3)$$

där $t/t_0=Fo$, varvid t = värmepulsens varaktighet och $t_0 = S^2/(4*\alpha)$ är en för lamellen karakteristisk konstant.

10 B och q är konstanter som uttrycker läget respektive lutningen för kurvan.

A är ett uttryck för temperaturökningen enligt följande;

15
$$\Delta T/\Delta T_0-1=1/A \quad (4)$$

Det specifika uttrycket för funktionen för den anpassade kurvan L kan man ta fram med kända kurvanpassningsmetoder. Detta uttryck utnyttjas sålunda
20 som funktion för beräkning av den maximala temperaturökningen ΔT på ytan för $Fo>0,5$.

Från referenserna [1] och [3] kan man ur diagram erhålla parametervärden för en motsvarande formel då
25 $Fo<0,5$. Med andra ord gäller funktionen (3) med andra konstanter B och q då $Fo<0,5$.

En anpassning har gjorts av de framtagna parametervärdena samt värden från utförda FEM-beräkningar. Även denna kurvanpassning visade att man
30 med hög noggrannhet kan beskriva den maximala temperaturökningen ΔT på ytan med den linjära funktionen K för $Fo<0,5$.

De två framtagna, linjära funktionerna K,L har visat sig ge en hög noggrannhet i beräkningen av den maximala temperaturökningen ΔT på ytan. Vidare kan beräkningarna utföras på ett beträffande datorkapacitet effektivt sätt.

Enligt ett andra föredraget utförande av uppfinningen utförs inte den ovan beskrivna sammanvägningen eller kurvanpassningen av funktionen för triangulär last och funktionen för rektangulär last för att komma fram till en funktion (K respektive L). Istället utnyttjas en första uppsättning M av två funktioner M1,M2 då F_0 understiger ett specifikt gränsvärde och en andra uppsättning N av två funktioner N1,N2 då F_0 överstiger detta specifika värde, se figur 3. De två funktionerna i var och en av uppsättningarna M,N motsvarar olika belastningstyper. Närmare bestämt definierar funktionerna M1 och N1 en rektangulär last och funktionerna M2 och N2 en triangulär last.

Baserat på uppmätta driftsparametrar bestäms vilken typ av lastform som appliceras på bromsskivan. Den första funktionen M1 respektive N1 utnyttjas om det är rektangulär last och den andra funktionen M2 respektive N2 utnyttjas om det är en triangulär last. Gränsvärdet som utnyttjas för F_0 är även här 0,5.

Belastningsform

För bestämningen av belastningstyp mäts med hjälp av sensorerna 4-6 bromslamellens 2 rotationshastighet (v), tillfört tryck (p) och den tid (t) bromslamellen är ansatt. Med hjälp av de på så sätt uppmätta värdena beräknas energin (E) i en inbromsning enligt;

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

13

$$E = \sum (k \cdot p \cdot v \cdot dt) \quad (5)$$

där k är en proportionalitetskonstant.

5

För en så kallad triangulär last är $E = P_{\max} \cdot t / 2$ och för en rektangulär last är $E = P_{\max} \cdot t$, där P_{\max} är max effekt och t är bromstiden. Man beräknar därför $E / (P_{\max} \cdot t)$, vilket ger ett mått på belastningens form.

10 Det beräknade värdet $E / (P_{\max} \cdot t)$ jämförs med ett gränsvärde. Hamnar det beräknade värdet över gränsvärdet så anses lasttypen vara rektangulär och hamnar det beräknade värdet under gränsvärdet så anses lasttypen vara triangulär. Gränsvärdet väljs i

15 tidsintervallet 0,5-1,0, lämpligtvis väljs värdet 0,8. Värdet 0,5 svarar mot en ren triangulär puls och värdet 1,0 svarar mot en ren rektangulär puls. Därefter utnyttjas den funktion som svarar mot det framräknade värdet.

20

Beräkning av grundtemperaturen

Enligt uppfinningen görs en uppskattning av temperaturen på bromslamellens yta omedelbart innan nästa bromsning börjar. Detta förklaras nedan med

25 hänvisning till figur 4.

Man utgår ifrån beräknad sluttemperatur hos bromslamellens yta efter en inbromsning. Man mäter tiden till nästa inbromsning och via en uppskattning av

30 kylförloppet beräknas grundtemperaturen för nästa inbromsning.

Utifrån en utgångstemperatur T_u , se figur 4, har vi omedelbart efter bromsningen en yttemperatur $T_u + \Delta T$ på

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

14

bromslamellen. Temperaturen i lamellen utjämnas emellertid snabbt till $T_u + \Delta T_o$, vilket utgör den temperatur, vid vilken kylförloppet börjar. Temperaturskillnad mellan bromslamellen och dess omgivning när kylningen börjar är således $T_u + \Delta T_o - T_k$, där T_k är det kylande elementets temperatur. Om tiden till nästa bromsning är t_n har vi temperaturen T_n när nästa bromsning börjar.

$$T_n = T_k + (T_u + \Delta T_o - T_k) \cdot \exp(-t_n/k_t) \quad (6)$$

Där $k_t = m \cdot c / (\kappa \cdot A) =$ tidskonstanten för kylförloppet, vilket är känt.

$\kappa =$ kylkonstanten $W/(m^2 \cdot K)$

$A =$ kylarean

$m =$ massan

Med de i samband med figur 2 och 3 ovan beskrivna funktionerna har ΔT_o beräknats. Tidmätning ger tiden t_n vilket medger beräkning av T_n eftersom övriga parametrar är kända. Det beräknade värdet T_n utgör grundtemperaturen för nästa inbromsning.

För att reducera risken att den beräknade utgångstemperaturen T_u (och därmed den baserat på utgångstemperaturen beräknade maximala yttemperaturen) växer obegränsat som en konsekvens av någon felaktigt vald konstant eller liknande i beräkningen föreslås att man mäter temperaturen hos kylmediet vid ett längre avbrott mellan två inbromsningar och utnyttjar detta värde som ny utgångstemperatur för temperaturberäkningen för den senare inbromsningen. Man antar här

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

15

att bromsskivan vid det längre tidavbrottet får ungefär samma temperatur som kylmedlets temperatur.

Total ytemperatur

- 5 Genom att summera det framräknade värdet för grundtemperaturen med den beräknade temperaturökningen för efterföljande inbromsning erhålls ett värde för en maximal total ytemperatur. Härigenom erhålls en förhöjd noggrannhet, speciellt vid upprepade
- 10 inbromsningar med så små inbördes tidsavstånd att skivan ej hinner återfå sin tidigare grundtemperatur mellan inbromsningarna.

Loggning av data

- 15 I en matris i systemets minne lagras (eller loggas) antalet gånger bromsskivans ytemperatur uppnår vart och ett av ett flertal specifika, förbestämda temperaturintervall. Med andra ord lagras antalet bromscyklar som når upp till olika energinivåer.
- 20 Generellt kan man säga att antalet bromscyklar lagras i klasser som motsvarar olika energi-, skade- och/eller temperaturintervall.

Beräkning av kvarvarande/förbrukad livslängd

- 25 I figur 5 visas ett samband mellan maximal total ytemperatur och antal bromscyklar till utslitning i log-log skalor. Sambandet utgörs av två linjära funktioner O,P med olika lutning. Anledningen till att man utnyttjar två kurvor är att belaget på bromsskivan
- 30 bryts ner vid hög temperatur och har en tendens att förkolna. Vid höga temperaturer för belag av papper sker nämligen en kemisk process, karbonisering. Den i figuren vänstra, övre kurvan O beskriver styrkan i en

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

16

bromsskiva vars belag nått så hög temperatur att förkolningen startat.

5 Lutningen på kurvorna samt brytpunkten mellan den övre O och den nedre kurvan P erhålls från riggprovning. Lutningen på den vänstra, övre kurvan O kan emellertid vara svår att få fram med hög noggrannhet och den kan i sådant fall uppskattas med exempelvis Arrhenius-funktionen.

10

Ett värde på initieell livslängd för det roterande organet beräknas alltså med hjälp av utförda reella prov och detta värde utnyttjas för beräkningen av den återstående livslängden.

15

Bromslamellens styrka beskrivs med

$$Tm1 \cdot N = C1 \quad (\text{gäller för kurvan P})$$

$$Tm2 \cdot N = C2 \quad (\text{gäller för kurvan O}), \text{ där}$$

T är maximal yttemperatur,

20

N är antalet bromscyklar, och

m1, m2, C1, C2, är parametervärden som bestäms ur riggprovning.

25

Med hjälp av linjär delskadeteori (Palmgren-Miner) utvärderas två ackumulerade skadevärden från mätningarna

$$D1 = S(Tm1 \cdot n1) \quad (\text{gäller för kurvan P})$$

$$D2 = S(Tm2 \cdot n2) \quad (\text{gäller för kurvan O}), \text{ där}$$

T är maximal yttemperatur,

30

D är skadevärde per tids- eller distansenhet (skada per timme eller skada per kilometer), och

n1 och n2 är antalet bromscyklar per temperaturnivå och tids- eller distansenhet.

Ink i Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

17

$$\text{Delskadevärdet, } d = L \cdot D1/C1 + L \cdot D2/C2$$
$$\text{Där } L \text{ är användningstiden } L = d / (D1/C1 + D2/C2)$$

- 5 Om man vid utslitning anser att delskadevärdet är $d=1$ erhålls

$$\text{Livslängden} = 1 / (D1/C1 + D2/C2)$$

- 10 Man kan vidare beräkna återstående användningstid L_d enligt följande; Användningstiden L och motsvarande delskadevärde är kända enligt ovanstående. Om man förutsätter att delskadan är $d=1$ vid utsliten komponent, får man

15
$$L_d = L \cdot (1 - d) / d$$

Vidare kan nämnas att för vissa typer av belag uppträder ingen brytpunkt, vilket givetvis förenklar beräkningarna ovan något.

20

Uppfinningen skall inte anses vara begränsad till de ovan beskrivna utföringsexemplen, utan en rad ytterligare varianter och modifikationer är tänkbara inom ramen för efterföljande patentkrav.

25

- 30 Exempelvis kan den ovan beskrivna uppskattningen av skada/förbrukad livslängd utföras för sprickbildning i bromsskivor eller belag. Spruckna bromsskivor är ett icke obekant fenomen. Det finns ett nära samband mellan spänningar-töjningar och temperaturer och -gradienter. Eftersom vi mäter temperatur och antal broms-
cykler har vi underlag för att uppskatta tiden för initiering och tillväxt av sprickor i skivor och lameller. Detta förutsätter liksom fallet vid slitage att vi har utfört

Skt. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

18

riggprov som beskriver sambandet mellan temperatur-
cykler och sprickbildning. Även detta kan beskrivas med
potensfunktioner och därmed hanteras analogt med
slitaget enligt ovan. Ett exempel på beräkning av
5 sprickbildning i bromsskivor eller belag beskrivs
nedan;

Ytan på en solid kropp får plötsligt en
temperaturhöjning dT , som medför en tryckspänning, St ,
10 på ytan som enligt referens [4] blir

$$St = dT \cdot \alpha \cdot E / (1 - \nu)$$

Där α = temperaturutvidgningskonstanten (1/grad)
15 E = elastivitetsmodulen
 ν = Poissons konstant

Som synes är spänningen linjär med temperaturhöjningen.
Även om sprickbildning är mycket mer komplex, t ex
20 temperaturutvidgningen på ytan plasticerar delar som
efter svalning får dragspänningar, indikerar det ändå
att spänningsnivån är relaterad till temperatur-
höjningar och -gradienter. Sprickbildning och -tillväxt
är som känt relaterad till spänningsvariation.

25

Följaktligen är det möjligt att med riggprov bestämma
samband mellan den maximala yttemperaturen och antalet
bromscyklar till sprickor i skiva eller belag. Detta
blir Wöhler-kurvor (SN-kurvor, eller rättare sagt TN-
30 kurvor) analogt med de som ovan använts för att
bestämma tid till utslitning.

Vid höga temperaturer kan töjningarna bli så stora att
vi får olika lutningar i Wöhlerdiagrammet. Genom att

2001-07-10

Huvudfaxen Kassen

19

lägga in en eller flera brytpunkter kan dessa problem också hanteras analogt med förfarandet vid brytpunkt i slitagefallet.

- 5 Sammanfattningsvis kan man alltså hantera vi sprickproblemet helt analogt med slitageproblemet.

- Enligt ett annat exempel kan den ovan beskrivna uppskattningen av skada/förbrukad livslängd utföras för
- 10 ett kugghjul i en kuggtransmission. Ett visst slitagefenomen på kuggar kan behandlas med samma modell som använts ovan för bromsar. Sådant slitage inträffar i samband med överföring av relativt sett stora moment vid höga glidhastigheter. Det kritiska problemet består
- 15 i att tillräckligt snabbt spola bort den värme som genereras i ingreppet av friktionen. Problemet är således analogt med det problem som vi löst för bromsar. Skadetåligheten erhålls från riggprov. Tidsintegrerat moment och varvtal ger ett mått som är
- 20 proportionellt mot den energi som utvecklas i kontaktytorna. Perioder med höga moment-varvtal kan betraktas som bromscyklerna enligt ovan. Närmare bestämt kan oljefilmen mellan två kontaktytor brytas ned vid höga belastningar, vilket ger ett kraftigt
- 25 slitage på kuggen. Tiden mellan belastningarna är tiden det tar för en för ingrepp avsedd kontaktyta hos kugghjulet att förflytta sig till nästa ingreppstillfälle.

30 Referenser

[1] Lauster E. Staberoh U "Värmetechnische Berechnungen bei Lamellenkupplungen" VDI-Z 115(1973)

2001-07-10

Huvudfaxen Kassin

20

- [2] Kruger H. "Das Temperaturverhalten der nassen Lamellenkupplungen" Konstruktion 17 (1963)

- [3] Tataiah K. "An Analysis of Automatic Transmission
5 Clutch-Plate Temperatures" SAE 720287

- [4] Roark, Raymond J. "Formulas for stress and strain"

Ink i Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassen

PATENTKRAV

1. Förfarande för att uppskatta en livslängdsreducerande skada på ett för rotation avsett organ (2) som vid drift
- 5 utsätts för upprepad belastning, varvid ett antal driftsparametrar mäts och en temperaturökning under varje belastning beräknas utifrån nämnda driftsparametrar, varvid en totaltemperatur i ett parti
- 10 av rotationsorganet beräknas för varje belastning genom summering av en grundtemperatur hos rotationsorganet innan respektive belastning och nämnda temperaturökning, och varvid värden för totaltemperaturen utnyttjas som mått för nämnda skada,
- k ä n n e t e c k n a t a v,
- 15 att det parti av rotationsorganet som totaltemperaturen beräknas för definierar en yta som påverkas då rotationsorganet belastas, att för temperaturökningsberäkningen utnyttjas två uppsättningar av förutbestämda funktioner (K,L,M,N), vilka var och en innefattar
- 20 åtminstone en funktion, och att den uppsättning som utnyttjas för temperaturökningsberäkningen väljs beroende av åtminstone rotationsorganets karaktär.

2. Förfarande för att uppskatta en livslängdsreducerande
- 25 skada på ett för rotation avsett organ (2) som vid drift utsätts för upprepad belastning, varvid ett antal uppmätta driftsparametrar tas emot och en temperaturökning under varje belastning beräknas utifrån nämnda driftsparametrar, varvid en totaltemperatur i ett parti
- 30 av rotationsorganet beräknas för varje belastning genom summering av en grundtemperatur hos rotationsorganet innan respektive belastning och nämnda temperaturökning, och varvid värden för totaltemperaturen utnyttjas som mått för nämnda skada,

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassan

22

k ä n n e t e c k n a t av,

att det parti av rotationsorganet som totaltemperaturen
beräknas för definierar en yta som påverkas då
rotationsorganet belastas, att för temperaturöknings-
5 beräkningen utnyttjas två uppsättningar av förutbestämda
funktioner (K,L;M,N), vilka var och en innefattar
åtminstone en funktion, och att den uppsättning som
utnyttjas för temperaturökningsberäkningen väljs
beroende av åtminstone rotationsorganets karaktär.

10

3. Förfarande enligt kravet 1 eller 2,

k ä n n e t e c k n a t av,

att den tid rotationsorganet (2) är ansatt mäts och att
den uppsättning funktioner (K,L;M,N) som utnyttjas för
15 varje specifik temperaturökningsberäkning även väljs
beroende av denna tid.

4. Förfarande enligt krav 3,

k ä n n e t e c k n a t av,

20 att en konstant (F_0) beräknas efter varje belastning
baserat på såväl rotationsorganets karaktär som
belastningstiden, att då ett beräknat värde på
konstanten ligger under ett förutbestämt gränsvärde
utnyttjas en första uppsättning funktioner och att då
25 ett beräknat värde ligger över nämnda gränsvärde
utnyttjas en andra uppsättning funktioner.

5. Förfarande enligt något av de föregående kraven,

k ä n n e t e c k n a t av,

30 att den specifika funktion ($M_1, M_2; N_1, N_2$) som skall
utnyttjas för temperaturökningsberäkningen väljs ur en
specifikt vald uppsättning funktioner beroende av
belastningstyp.

Ink. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Huvudfaxen Kassa

23

6. Förfarande enligt något av kraven 1-4,
k ä n n e t e c k n a t av,
att var och en av nämnda uppsättningar enbart
innefattar en funktion (K,L), vilken sålunda väljs
5 oberoende av belastningstyp.

7. Förfarande enligt något av de föregående kraven,
k ä n n e t e c k n a t av,
att var och en av nämnda funktioners grafer har sådan
10 form att ett logaritmiskt första uttryck för
temperaturökningen ändras linjärt som funktion av ett
logaritmiskt andra uttryck för rotationsorganets
karaktär.

8. Förfarande enligt krav 7,
k ä n n e t e c k n a t av,
att nämnda andra uttryck beräknas som en potensfunktion
av ett resultat av belastningens varaktighet i tid
dividerat med ett värde för rotationsorganets karaktär.

20

9. Förfarande enligt något av de föregående kraven,
k ä n n e t e c k n a t av,
att det framtagna värdet på totaltemperaturen, eller
ett omräknat skadevärde, för varje belastningstillfälle
25 lagras i en position i ett minne, vilken position
definierar ett specifikt temperatur- eller
skadeintervall.

10. Förfarande enligt krav 9,
30 k ä n n e t e c k n a t av,
att man beräknar skadan eller en förbrukad livslängd
baserat på antalet gånger varje specifika intervall
uppnåtts och kunskap om rotationsorganets
skadetålighet.

Bok. t. Patent- och reg.verket

2001 -07- 1 0

Huvudfaxen Kassen

24

11. Förfarande enligt krav 10,
k ä n n e t e c k n a t av,
att skadan eller den förbrukade livslängden beräknas med
5 delskadeteori.

12. Förfarande enligt krav 11,
k ä n n e t e c k n a t av,
att förhållandet mellan totaltemperaturen och antalet
10 belastningscykler beskrivs som en potensfunktion.

13. Förfarande enligt något av de föregående kraven,
k ä n n e t e c k n a t av,
att tiden mellan två följande belastningar bestäms och
15 en ny grundtemperatur för den senare belastningen
bestäms.

14. Förfarande enligt krav 13,
k ä n n e t e c k n a t av,
20 att för ett flertal på varandra följande belastningar
beräknas den nya grundtemperaturen för en senare
belastning med hjälp av ett uttryck för ett kylförlopp
av rotationsorganet efter det att en föregående
belastning avslutats.

25

15. Förfarande enligt krav 13 eller 14,
k ä n n e t e c k n a t av,
att vid ett längre tidsavbrott mellan två belastningar
mäts en temperatur på rotationsorganet och detta
30 temperaturvärde utnyttjas därefter som ny
grundtemperatur för en följande belastning.

16. Förfarande enligt något av de föregående kraven,
k ä n n e t e c k n a t av,

2001-07-10

Huvudfaxen Kasson

25

att de driftsparametrar som mäts utgörs av på rotationsorganet anbringat tryck, rotationsorganets rotationshastighet samt den tid rotationsorganet är ansatt.

5

17. Förfarande enligt något av de föregående kraven, k ä n n e t e c k n a t av, att rotationsorganet är skivformigt.

10 18. Förfarande enligt något av de föregående kraven, k ä n n e t e c k n a t av, att rotationsorganet utgörs av en lamellskiva i en koppling eller broms.

15 19. Förfarande enligt något av kraven 1-16, k ä n n e t e c k n a t av, att rotationsorganet utgörs av ett kugghjul i en kuggtransmission.

20 20. Förfarande enligt något av de föregående kraven, k ä n n e t e c k n a t av, att rotationsorganet utgörs av en komponent hos ett fordon.

25 21. Datorprogramprodukt innefattande dataprogramsegment för att utföra samtliga steg enligt något av kraven 1-20 då programmet körs i en dator.

30 22. Datorprogramprodukt innefattande dataprogramsegment som är lagrade på ett datorläsbart medel för att utföra förfarandet enligt något av kraven 1-20 då programmet körs i en dator.

Ink i Patent- och reg.verket

2001-07-10

26

SAMMANDRAG

Huvudfaxen Kassan

Uppfinningen avser ett förfarande för att uppskatta en livslängdsreducerande skada på ett för rotation avsett organ som vid drift utsätts för upprepade belastning. Ett

5 antal driftsparametrar mäts och en temperaturökning under varje belastning beräknas utifrån nämnda driftsparametrar. En totaltemperatur i ett parti av rotationsorganet beräknas närmare bestämt för varje belastning genom summering av en grundtemperatur hos

10 rotationsorganet innan respektive belastning och nämnda temperaturökning, och värden för totaltemperaturen utnyttjas som mått för nämnda skada. Det parti av rotationsorganet som totaltemperaturen beräknas för definierar en yta som påverkas då rotationsorganet

15 belastas. För temperaturökningsberäkningen utnyttjas två uppsättningar av förutbestämda funktioner (M,N), vilka var och en innefattar åtminstone en funktion, och den uppsättning som utnyttjas för temperaturökningsberäkningen väljs beroende av åtminstone

20 rotationsorganets karaktär.

(Fig. 3)

P
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0

1/3

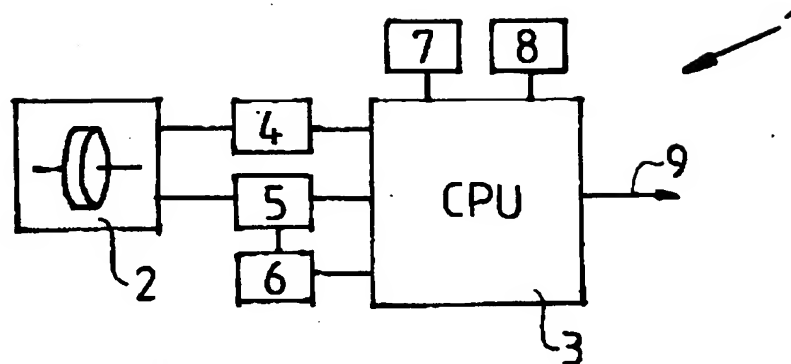


FIG 1

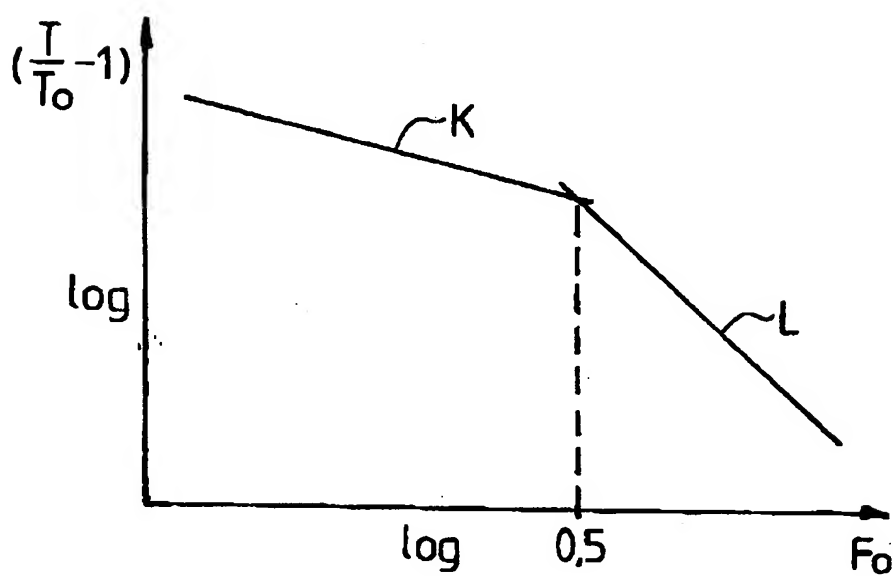


FIG 2

2/3

Link. t. Patent- och reg.verket

2001-07-10

Skandixen Kassa

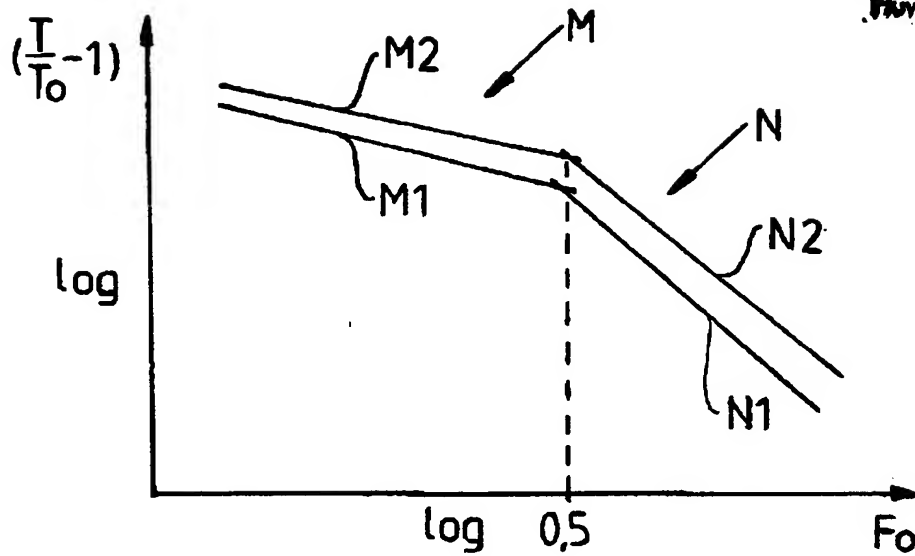


FIG 3

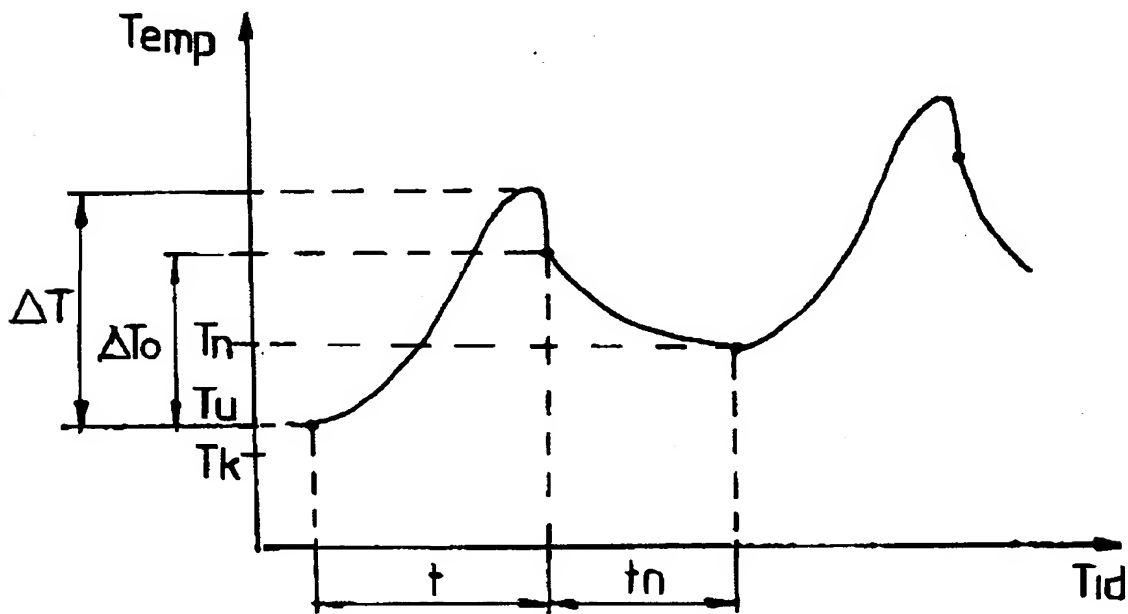


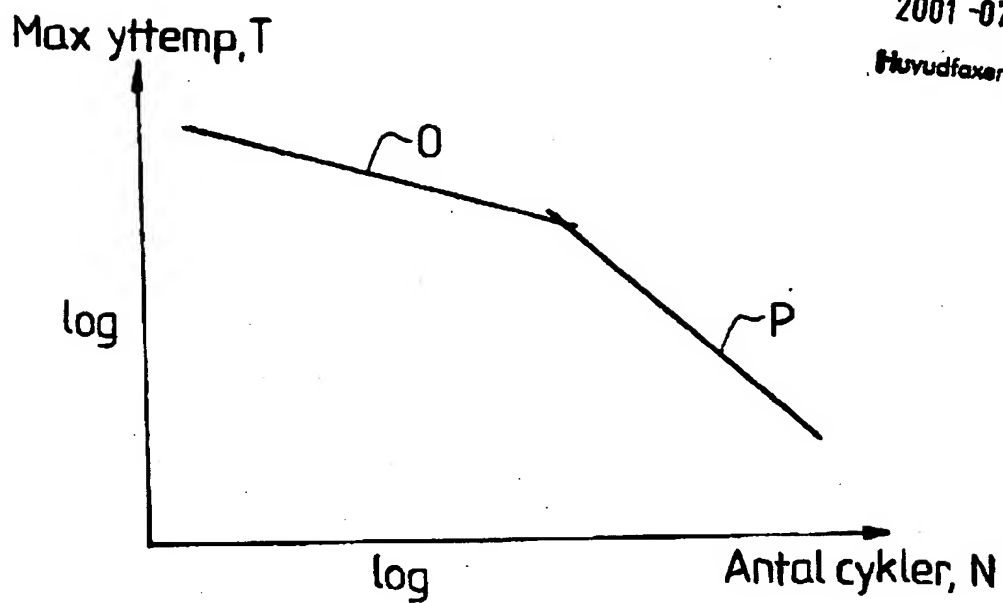
FIG 4

3/3

Link til Patent- og retsforhold

2001-07-10

Huyudfaxen Kassar



log

log

Antal cykler, N

FIG 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.